

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. November 2004 (11.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/097392 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01N 27/04**,
F01N 11/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000677

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. April 2004 (01.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 19 664.1 2. Mai 2003 (02.05.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BERGER, Joachim**
[DE/DE]; Falkenstr. 11, 73650 Winterbach (DE).
STROHMAIER, Rainer [DE/DE]; Schopenhauerstr. 5
B, 70565 Stuttgart (DE). **HEIMANN, Detlef** [DE/DE];
Untere Bergstr. 2, 70839 Gerlingen (DE). **BREUER,**
Norbert [DE/DE]; Johann-Sebastian-Bach-Strasse 11,
71254 Ditzingen (DE). **WIRTH, Ralf** [DE/DE]; Ger-
linger Strasse 132, 71229 Leonberg (DE). **REINHART,**
Karl-Franz [DE/DE]; Schlesienstr. 32, 74189 Weinsberg
(DE). **SCHMIDT, Ralf** [DE/DE]; Bruhweg 12, 70839
Gerlingen (DE). **BAUER, Walter** [DE/DE]; Schlehenweg
5, 71735 Eberdingen (DE). **BALDENHOFER, Kai**

[DE/DE]; Gaussstr. 17, 70193 Stuttgart (DE). **KAMP,**
Bernhard [DE/DE]; Beethovenstr. 50, 71640 Ludwigs-
burg (DE). **GRAU, Thomas** [DE/DE]; Baumesfeld 7,
74535 Mainhardt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

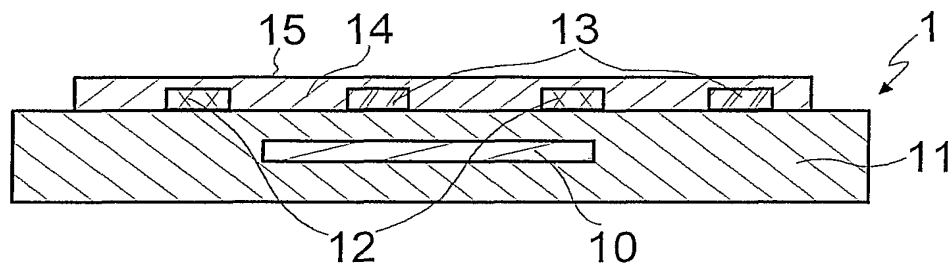
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: SENSOR FOR DETECTING PARTICLES

(54) Bezeichnung: SENSOR ZUR DETEKTION VON TEILCHEN



(57) Abstract: The invention relates to a sensor used to detect particles in a gas flow, especially soot particles in a waste gas flow. Said sensor comprises at least two measuring electrodes (12, 13) which are arranged on a substrate (11) made of an insulating material. The measuring electrodes (12, 13) are protected by means a protective layer (14) covering said electrodes.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Sensor zur Detektion von Teilchen in einem Gasstrom, insbesondere von Rußpartikel in einem Abgasstrom, vorgeschlagen, umfassend mindestens zwei Meßelektroden (12, 13), die auf einem Substrat (11) aus einem isolierenden Werkstoff angeordnet sind. Zum Schutz der Meßelektroden (12, 13) sind diese von einer Schutzschicht (14) überzogen.

WO 2004/097392 A1

Sensor zur Detektion von Teilchen

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Sensor zur Detektion von Teilchen in einem Gasstrom, insbesondere von Rußpartikeln in einem Abgasstrom, gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art aus.

Ein derartiger Sensor ist aus der Praxis bekannt und dient beispielsweise zur Bestimmung der Rußkonzentration eines Abgases einer Diesel-Brennkraftmaschine. Dieser Sensor bildet einen resistiven Partikelsensor, bei dem mindestens zwei Elektroden auf einem Substrat angeordnet sind, das beispielsweise aus Aluminiumoxid oder yttriumstabilisiertem Zirkoniumdioxid mit Isolationsschicht gefertigt ist. Die Elektroden können als interdigitale Kammelektroden ausgebildet sein. Rußpartikel, die sich in dem Bereich zwischen den Elektroden anlagern, schließen die Elektroden kurz, wodurch

mit steigender Partikel- bzw. Rußkonzentration auf der Sensorfläche ein abnehmender elektrischer Widerstand zwischen den Elektroden meßbar ist.

Da die Elektroden direkt dem Abgasstrom ausgesetzt sind, kann bei diesem bekannten Sensor nachteilhafterweise eine Korrosion der Elektroden und eine Kontamination der Sensorfläche mit Stoffen auftreten, was sich störend auf die Messung auswirken kann.

Insbesondere bei Diesel-Brennkraftmaschinen soll das an die Umgebung abgeführte Abgas eine möglichst geringe Rußpartikelkonzentration aufweisen. Zur Überwachung des Betriebszustands der Brennkraftmaschine ist es hierbei zweckmäßig, einen Rußsensor in dem der Brennkraftmaschine zugeordneten Abgasstrang anzuordnen um so den Betriebszustand der Brennkraftmaschine zu überwachen. Der Rußsensor kann stromauf oder stromab eines Rußfilters angeordnet sein. Bei einer Anordnung stromab des Rußfilters kann mittels des Rußsensors auch eine Funktionsüberwachung des Rußfilters durchgeführt werden.

Ein Rußsensor der oben beschriebenen Art ist jedoch unter den in dem Abgasstrang herrschenden Bedingungen stör anfällig.

Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Sensor zur Detektion von Teilchen in einem Gasstrom, insbesondere von Rußpartikeln in einem Ab-

gasstrom, mit den Merkmalen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, bei welchem Sensor die Meßelektroden von einer Schutzschicht überzogen sind, hat den Vorteil, daß die Elektroden insbesondere bei rauen Umgebungstemperaturen vor Korrosion geschützt sind.

Ferner kann bei dem Sensor nach der Erfindung durch eine gezielte Materialauswahl eine Kontamination der nun von der Schutzschicht gebildeten sensitiven Fläche mit unerwünschten Stoffen verhindert und damit die Querempfindlichkeit des Sensors verringert werden.

Der Sensor nach der Erfindung, der einen resistiven Sensor für leitfähige Teilchen bzw. Partikel darstellt, kann beispielsweise zur Anordnung in einem Abgasstrang eines Kraftfahrzeuges mit einem Dieselmotor oder auch zum Einsatz im Bereich der Haustechnik bei einer Ölheizung ausgelegt sein, wobei er je nach Anwendungsfall mit einer entsprechend ausgelegten Halterung versehen ist.

Beim Einsatz in einen Abgasstrang eines Kraftfahrzeuges ist der Sensor beispielsweise ein Ruß-Partikel-Sensor, der Bestandteil eines sogenannten On-Board-Diagnose-Systems ist. Der Sensor kann dann auch zur Überwachung eines Diesel-Partikel-Filters in dem Abgasstrang eingesetzt werden.

Die Schutzschicht des Sensors gemäß der Erfindung ist bei einer vorteilhaften Ausführungsform aus einem Material gefertigt, das eine geringere Leitfähigkeit als die zu detektierenden Teilchen hat. Wenn die Widerstandsmessung an dem Sensor als rein resistive Gleichstrommessung durchgeführt

werden soll, ist es zweckmäßig, für die Schutzschicht ein hochohmig leitfähiges Grundmaterial einzusetzen. So kann die Schutzschicht in diesem Fall aus einem elektrisch isolierenden Grundmaterial, beispielsweise aus Aluminiumoxid Al_2O_3 oder aus Zirkoniumdioxid ZrO_2 , hergestellt sein, das mit einem leitfähigen Stoff, wie einem Metall oder Graphit, dotiert ist. Mittels des leitfähigen Stoffes kann die Leitfähigkeit bzw. der elektrische Widerstand der Schutzschicht gezielt eingestellt und hinsichtlich der zu detektierenden Teilchen optimiert werden. Bei Betriebstemperaturen unterhalb von etwa 300°C kann auch yttriumstabilisiertes Zirkoniumdioxid eingesetzt werden.

Alternativ ist es auch möglich, die Schutzschicht aus einem ionenleitenden Material, wie beispielsweise Silberiodid AgI , zu fertigen. Grundsätzlich kann aber jedes Material eingesetzt werden, das die bei dem jeweiligen Anwendungsfall erforderlichen Eigenschaften aufweist.

Wenn der Sensor nach einem Impedanzmeßverfahren betrieben werden soll und für das eingesetzte Meßverfahren mithin Wechselstromsignale eingesetzt werden, kann die Schutzschicht einen elektrischen Widerstand aufweisen, der gegen unendlich geht. Dies ist beispielsweise bei reinem Aluminiumoxid Al_2O_3 der Fall.

Vorteilhaft ist es, wenn das Material der isolierenden Schutzschicht eine hohe Dielektrizitätskonstante und eine geringe Dicke hat. Die daraus resultierende hohe Kapazität ermöglicht die Messung eines durch die Teilchenbelegung dominierten Impedanzsignals schon bei geringen Meßfrequenzen.

Hierdurch werden kapazitive Störströme, die durch die Kapazität des Substrats bedingt sind, unterdrückt. Vorteilhaft sind hier Materialien, die für Keramikkondensatoren verwendet werden, wie z. B. dotiertes BaTiO_3 .

Besonders günstige Meßergebnisse können erreicht werden, wenn die Elektroden als interdigitale Kammelektroden auf einer Fläche des Substrats angeordnet sind. Die Schutzschicht überzieht dann in vorteilhafter Weise die gesamte Fläche des Substrats, wobei deren Dicke zumindest im Bereich der mindestens zwei Elektroden so gewählt ist, daß sie maximal ein Zehntel des Abstandes zwischen den beiden Meßelektroden beträgt. So ist beim Betrieb des Sensors gewährleistet, daß die elektrische Leitfähigkeit des Sensorbereichs zwischen den beiden Elektroden im wesentlichen durch die Belegung der Schutzschicht mit Teilchen vorgegeben wird. Der Schutzschichtbereich zwischen den Elektroden und der Oberfläche der Schutzschicht hat aufgrund seiner geringen Dicke, daß einerseits der Widerstand ohne Teilchen-Rußbelastung zwischen den Interdigitalen hoch ist. Andererseits ist aber der Widerstand zwischen der Teilchen- bzw. Rußschicht und den Interdigitalelektroden gering. Somit erhält man ein günstiges Verhältnis zwischen Grundsignal, bei dem keine Teilchen- bzw. Rußbeladung und Meßsignal, bei dem eine Teilchen- bzw. Rußbeladung vorliegt.

Um eine vollständige Kantenbedeckung der Elektroden zu gewährleisten, kann des weiteren in dem Zwischenraum zwischen den Elektroden eine Füllschicht auf dem Substrat angeordnet sein, deren Dicke im wesentlichen derjenigen der Meßelektroden entspricht. Die Füllschicht kann aus dem gleichen

Material wie die Schutzschicht, aber auch aus einem anderen Material gefertigt sein, das einen elektrischen Isolator darstellt.

Ferner kann die Schutzschicht des Sensors sowohl hinsichtlich ihrer Zusammensetzung als auch hinsichtlich ihrer Oberflächenbeschaffenheit so eingestellt sein, daß sich nur spezielle Teilchen, wie Rußpartikel, anlagern, wohingegen unerwünschte Partikel, wie beispielsweise Sulfate oder Phosphate, abgestoßen werden. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass die Schutzschicht bzw. deren Oberfläche einen möglichst unpolaren Charakter hat.

Durch die Schutzschicht an der dem Gasstrom ausgesetzten Seite des Sensors wird auch die Oberflächenbeschaffenheit für die Anlagerung der Teilchen, insbesondere von Ruß, vereinheitlicht, was gegenüber den bisherigen Bedingungen mit einer zwischen Metall und Dielektrikum wechselnden Oberfläche vorteilhaft ist.

Bezüglich der Materialauswahl ist dies weiterhin vorteilhaft, wenn das Substrat aus einem hochisolierendem Werkstoff, beispielsweise aus einer Keramik wie Aluminiumoxid, gefertigt ist.

Die Fertigung des Sensors nach der Erfindung, d. h. das Aufbringen der Elektroden, der Schutzschicht und gegebenenfalls der Füllschicht, kann nach einem Siebdruckverfahren erfolgen, was aus Kostengründen vorteilhaft ist. Ferner ist es zweckmäßig, wenn die Schutzschicht nach einem Cofire-

Prozeß gefertigt werden kann. Jedoch ist es auch denkbar, die Schutzschicht nach einem Postfire-Prozeß herzustellen.

Des weiteren kann der Sensor gemäß der Erfindung zur Reinigung der dem Gasstrom ausgesetzten Fläche mit einem Heizelement versehen sein.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes nach der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

Drei Ausführungsbeispiele eines Sensors gemäß der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Aufsicht auf einen erfindungsgemäß ausgestalteten Rußsensor;

Figur 2 einen Schnitt durch den Rußsensor nach Figur 1 entlang der Linie II-II in Figur 1;

Figur 3 einen Schnitt durch eine alternative Ausführungsform eines Rußsensors gemäß der Erfindung;

Figur 4 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rußsensors;

Figur 5 Leitungswege bei dem Rußsensor nach Figur 1;

Figur 6 ein Ersatzschaltbild für eine resistive Gleichstrommessung; und

Figur 7 ein vereinfachtes Ersatzschaltbild für eine Impedanzmeßmethode.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In den Figuren 1 und 2 ist ein Sensor 1 zur Detektion von Teilchen in einem Gasstrom dargestellt. Der Sensor 1 dient zum Einbau in einen Abgasstrang eines Kraftfahrzeuges und ist bevorzugt stromab eines Rußfilters eines Kraftfahrzeuges mit einem Dieselerbrennungsmotor angeordnet.

Der Sensor 1 umfaßt eine als Substrat dienende, plattenartige Trägerschicht 11, die aus einem hochisolierenden Werkstoff, beispielsweise aus einer Keramik wie Aluminiumoxid, gefertigt ist. Denkbar ist es auch, die Trägerschicht 11 aus einem alternativen Werkstoff, wie beispielsweise yttriumstabilisiertem Zirkoniumdioxid, zu fertigen. Bei hohen Betriebstemperaturen kann aus Isolationsgründen eine zusätzliche Isolationsschicht erforderlich sein.

In der Trägerschicht 11 ist ein hier nur symbolisch dargestelltes Heizelement 10 integriert, das zum Freibrennen des Sensors 1 von gegebenenfalls abgelagerten Teilchen, wie Rußpartikeln, dient.

Auf der Trägerschicht 11 ist eine Struktur aus zwei interdigitalen Kammelektroden 12 und 13 aufgedruckt, die aus Platin Pt gefertigt sind und über entsprechende Kontaktierungen mit einer Meß- und Steuereinheit verbindbar sind.

Des weiteren weist der Sensor 1 an der Seite der als Meßelektroden dienenden Kammelektroden 12 und 13 eine Schutz-

schicht 14 auf, mit der die Meßelektroden 12 und 13 und die Trägerschicht 11 überzogen sind.

Die Schutzschicht 14 besteht im vorliegenden Fall aus einem hochohmig leitenden Material, beispielsweise aus Aluminiumoxid Al_2O_3 , das mit Kohlenstoffstoffteilchen bzw. Flammenruß versetzt ist.

Die Dicke der Schutzschicht 14 ist vorliegend so gewählt, daß sie im Bereich der Kammelektroden 12 und 13 maximal ein Zehntel des minimalen Abstandes zwischen den Kammelektroden 12 und 13 beträgt.

Die Schutzschicht 14 hat eine ebene Oberfläche 15, die ein gleichmäßiges Anlagern von Teilchen über die Fläche des Sensors 1 gewährleistet.

In Figur 3 ist eine alternative Ausführungsform eines Rußsensors 2 dargestellt, der im wesentlichen dem Sensor nach den Figuren 1 und 2 entspricht, sich von diesem aber dadurch unterscheidet, daß er eine Schutzschicht 14 aufweist, die über ihre gesamte Fläche eine im wesentlichen konstante Dicke hat. Die Meßfläche des Sensors 11 weist damit ein Profil auf. Durch diese Maßnahme wird eine Erhöhung des elektrischen Widerstands der Schutzschicht 14 im Bereich zwischen den beiden Kammelektroden 12 und 13 erreicht.

In Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform eines Rußsensors 3 dargestellt, der wiederum weitgehend dem Sensor nach den Figuren 1 und 2 entspricht, sich von diesem aber dadurch unterscheidet, daß er eine sogenannte Füllschicht 31

aufweist, die in den Zwischenräumen zwischen den Kammelektroden 12 und 13 auf die Trägerschicht 11 aufgebracht ist und die die gleiche Dicke wie die Kammelektroden 12 und 13 hat. Die Füllschicht 31 besteht aus einem hochisolierenden Material, beispielsweise aus Aluminiumoxid. Sowohl die Füllschicht 31 als auch die Kammelektroden 12 und 13 sind mit der Schutzschicht 14 überzogen.

In Figur 5 ist der Sensor nach den Figuren 1 und 2 während seines Betriebs in vereinfachter Weise dargestellt, und zwar derart, daß auf der freien Oberfläche 15 der Schutzschicht 14 Rußpartikel 51 abgelagert sind.

Die Kammelektroden 12 und 13 stehen über drei Pfade miteinander in Verbindung, und zwar über einen ersten Pfad 52, der diese durch das Substrat 11 aus hochisolierendem Material verbindet, über einen parallelen zweiten Pfad 53, der die Kammelektroden 12 und 13 durch die Schutzschicht 14 hindurch verbindet, und über einen dritten Pfad 54, der die beiden Kammelektroden 12 und 13 über die auf der Oberfläche 15 abgelagerten Rußpartikel 51 und den jeweils über den Kammelektroden 12 bzw. 13 angeordneten Bereich der Schutzschicht 14 miteinander verbindet.

Die Widerstandsverhältnisse in diesem Sensor sind anhand des in Figur 6 dargestellten, stark vereinfachten Ersatzschaltbildes gezeigt. In dem ersten Pfad 52 liegt ein Widerstand R_{Substrat} vor, der durch das hochisolierende Material des Substrats 11 vorgegeben ist. In dem zweiten Pfad 53 liegt ein Widerstand R_{Schicht} vor, der geringer ist als derjenige des Substrats 11, jedoch beträchtlich höher ist

als ein durch die Rußpartikel 51 vorgegebener Widerstand. In dem dritten Pfad 54 herrscht ein Widerstand, der sich aus dem Widerstand der Schutzschicht 14 innerhalb des dünnen Bereichs oberhalb der Kammelektroden 13 und 14 sowie dem veränderlichen Widerstand $R_{\text{Ruß}}$ ergibt, der durch die Konzentration an Rußpartikeln 51 auf der Schutzschicht 14 vorgegeben wird. Mit wachsender Rußpartikelkonzentration auf der Schutzschicht 14 verringert sich der Widerstand $R_{\text{Ruß}}$, woraus auf den Zustand des betreffenden Abgases geschlossen werden kann. Die Widerstände R_{Substrat} und R_{Schicht} bleiben konstant.

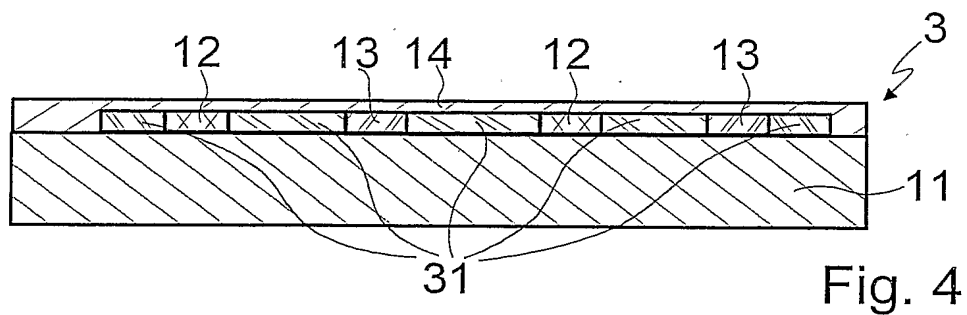
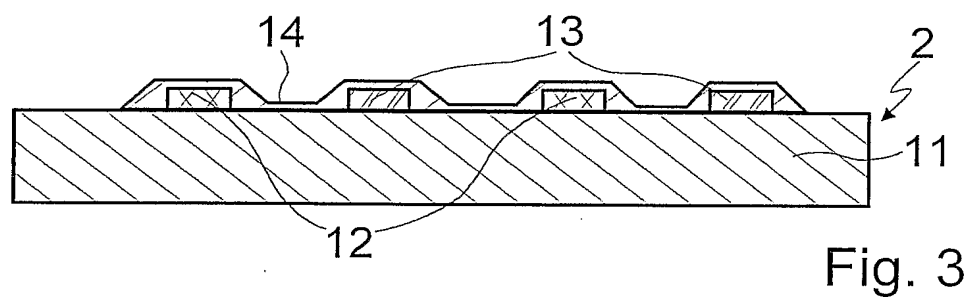
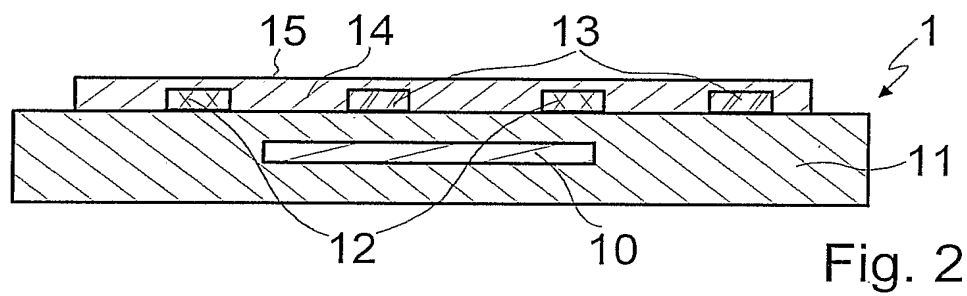
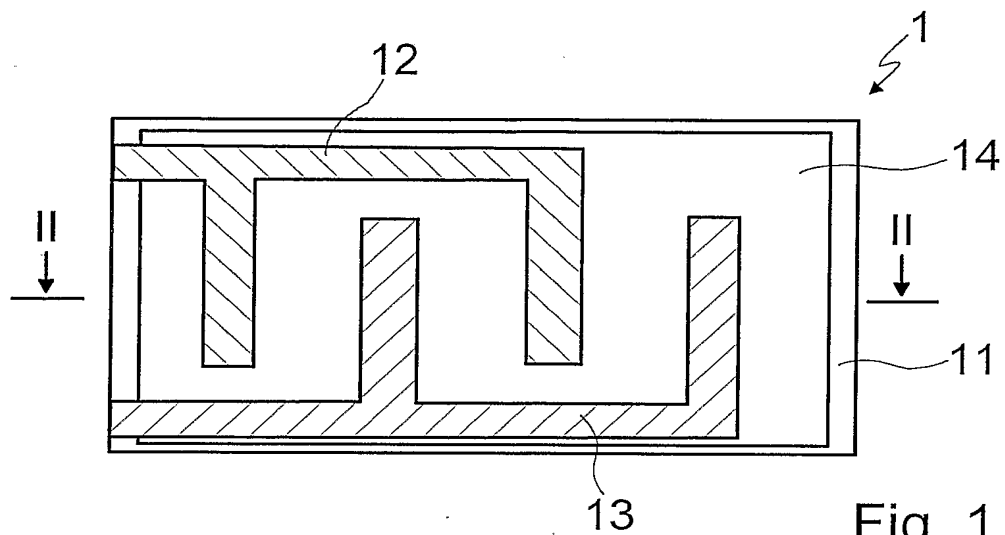
In Figur 7 ist ein stark vereinfachtes Ersatzschaltbild dargestellt, das die Verhältnisse wiedergibt, wenn eine Impedanzmessung mit Wechselstromsignalen durchgeführt und eine Schutzschicht aus hochisolierendem Material, wie Aluminiumoxid Al_2O_3 , eingesetzt wird. In diesem Falle bilden die Rußpartikel 51 ein Schaltungsglied mit veränderlichem Widerstand und veränderlicher Kapazität, d. h. ein Schaltungsglied nach Art eines RC-Glieds. Die Meßelektroden 12 und 13 bilden zusammen eine Kapazität 55, wobei die Schutzschicht 14 bzw. das Substrat 11 als Dielektrikum wirkt. Die Elektrode 12 bildet zusammen mit den Rußpartikeln 51 eine Kapazität 56. Die Elektrode 13 bildet zusammen mit den Rußpartikeln 51 eine Kapazität 57.

Ansprüche

1. Sensor zur Detektion von Teilchen (51) in einen Gasstrom, insbesondere von Rußpartikeln in einem Abgasstrom, mit mindestens zwei Meßelektroden (12, 13), die auf einem Substrat (11) aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelektroden (12, 13) von einer Schutzschicht (14) überzogen sind.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (14) eine elektrische Leitfähigkeit hat, die geringer ist als diejenige der zu detektierenden Teilchen (51).
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (14) aus einem elektrisch isolierenden Material, wie Aluminiumoxid Al_2O_3 oder Zirkoniumdioxid ZrO_2 , hergestellt ist.

4. Sensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrisch isolierende Material mit einem leitfähigen Stoff, wie ein Metall oder Graphit, dotiert ist.
5. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht aus einem ionenleitenden Material hergestellt ist.
6. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (14) zumindest im Bereich der mindestens zwei Meßelektroden (12, 13) eine Dicke aufweist, die maximal einem Zehntel des Abstandes der beiden Meßelektroden (12, 13) entspricht.
7. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden Meßelektroden (12, 13) eine Füllschicht (31) angeordnet ist, deren Dicke derjenigen der Meßelektroden (12, 13) entspricht.
8. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelektroden (12, 13) interdigitale Kammelektroden sind.
9. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch ein Heizelement (10).

1 / 2



2 / 2

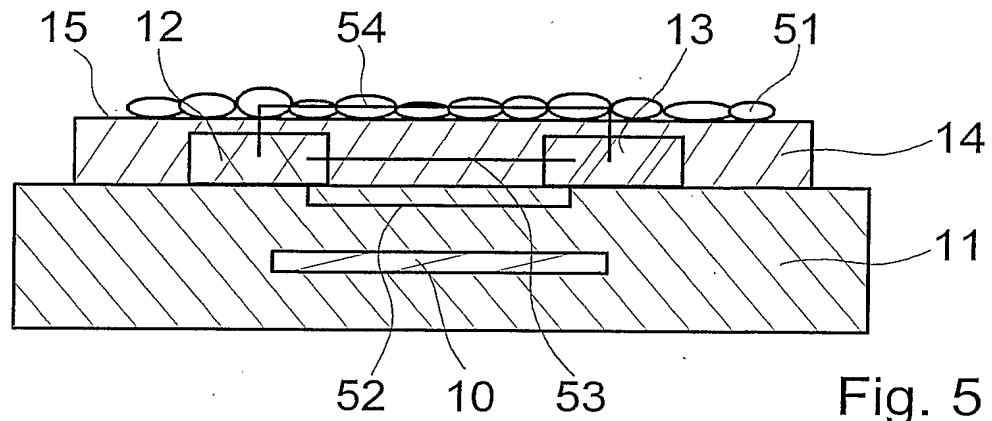


Fig. 5

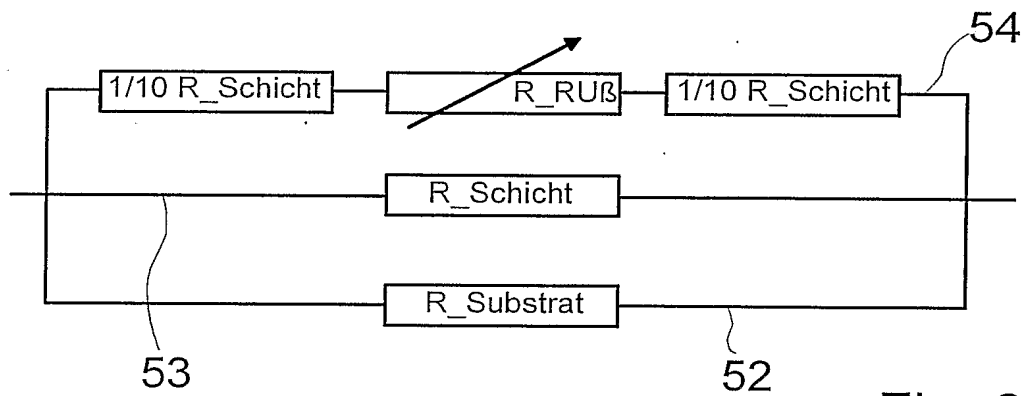


Fig. 6

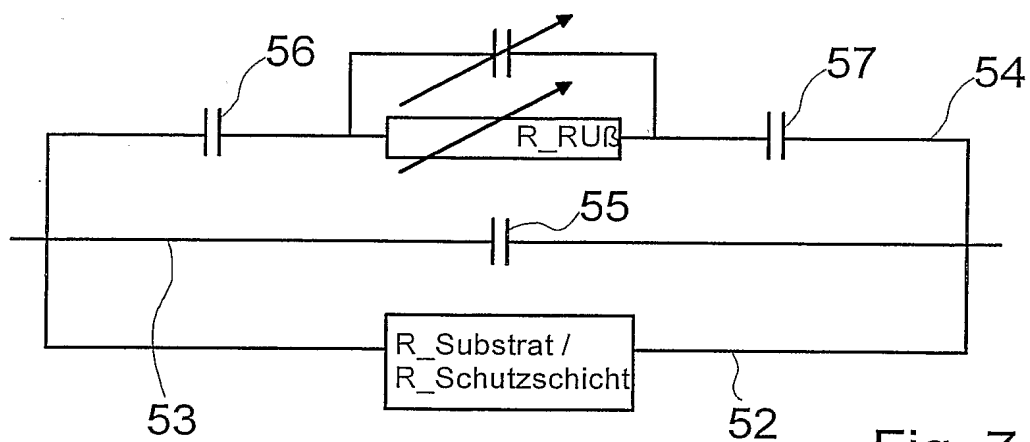


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/000677

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01N27/04 F01N11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 G01N F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | DE 101 33 384 A (BOSCH GMBH ROBERT) 30 January 2003 (2003-01-30) paragraphs '0001!', '0002!', '0028!'-'0030!; figure 2 | 1, 2, 8, 9 |
| X | US 5 824 271 A (FRANK JOACHIM ET AL) 20 October 1998 (1998-10-20) column 3, line 19 -column 4, line 5 figures 1, 2 | 1-3, 5, 8, 9 |
| X | DE 43 39 737 C (SIEMENS AG) 19 January 1995 (1995-01-19) column 2, line 30-43; figure 2 | 1, 2, 8, 9 |
| | -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 2004

Date of mailing of the international search report

28/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meyer, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/000677

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| P,X | US 6 634 210 B1 (BOSCH RUSSEL H ET AL) 21 October 2003 (2003-10-21) column 3, line 45-67 column 4, line 41-43 column 5, line 20-26 column 7, line 18-36 figure 1 ---- | 1-3,8,9 |
| P,X | WO 03/046534 A (BOSCH GMBH ROBERT ;GLANZ UWE (DE); RIEGEL JOHANN (DE); BERGER JOAC) 5 June 2003 (2003-06-05) page 10, line 21 -page 12, line 22 figure 1 ---- | 1,9 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 281 (P-403), 8 November 1985 (1985-11-08) & JP 60 123757 A (NIPPON TOKUSHU TOGYO KK), 2 July 1985 (1985-07-02) abstract; figure 1 ----- | 1,8,9 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE2004/000677

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | Publication date |
|---|----|---------------------|------|----------------------------|---------------------|
| DE 10133384 | A | 30-01-2003 | DE | 10133384 A1 | 30-01-2003 |
| | | | WO | 03006976 A2 | 23-01-2003 |
| | | | EP | 1407255 A2 | 14-04-2004 |
| US 5824271 | A | 20-10-1998 | DE | 4432729 C1 | 11-04-1996 |
| | | | AT | 168776 T | 15-08-1998 |
| | | | WO | 9608712 A1 | 21-03-1996 |
| | | | DE | 59502915 D1 | 27-08-1998 |
| | | | DK | 781408 T3 | 26-04-1999 |
| | | | EP | 0781408 A1 | 02-07-1997 |
| | | | ES | 2119467 T3 | 01-10-1998 |
| | | | JP | 10505164 T | 19-05-1998 |
| DE 4339737 | C | 19-01-1995 | DE | 4339737 C1 | 19-01-1995 |
| | | | EP | 0656538 A1 | 07-06-1995 |
| | | | JP | 7198647 A | 01-08-1995 |
| US 6634210 | B1 | 23-10-2003 | US | 2003196499 A1 | 23-10-2003 |
| WO 03046534 | A | 05-06-2003 | DE | 10156946 A1 | 28-05-2003 |
| | | | WO | 03046534 A2 | 05-06-2003 |
| JP 60123757 | A | 02-07-1985 | NONE | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000677

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01N27/04 F01N11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N F01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | DE 101 33 384 A (BOSCH GMBH ROBERT) 30. Januar 2003 (2003-01-30) Absätze '0001!', '0002!', '0028!'-'0030!; Abbildung 2 | 1,2,8,9 |
| X | US 5 824 271 A (FRANK JOACHIM ET AL) 20. Oktober 1998 (1998-10-20) Spalte 3, Zeile 19 -Spalte 4, Zeile 5 Abbildungen 1,2 | 1-3,5,8, 9 |
| X | DE 43 39 737 C (SIEMENS AG) 19. Januar 1995 (1995-01-19) Spalte 2, Zeile 30-43; Abbildung 2 | 1,2,8,9 |
| | --- -/- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meyer, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000677

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie ^a | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|--|--------------------|
| P,X | US 6 634 210 B1 (BOSCH RUSSEL H ET AL) 21. Oktober 2003 (2003-10-21) Spalte 3, Zeile 45-67 Spalte 4, Zeile 41-43 Spalte 5, Zeile 20-26 Spalte 7, Zeile 18-36 Abbildung 1 | 1-3,8,9 |
| P,X | WO 03/046534 A (BOSCH GMBH ROBERT ;GLANZ UWE (DE); RIEGEL JOHANN (DE); BERGER JOAC) 5. Juni 2003 (2003-06-05) Seite 10, Zeile 21 -Seite 12, Zeile 22 Abbildung 1 | 1,9 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 281 (P-403), 8. November 1985 (1985-11-08) & JP 60 123757 A (NIPPON TOKUSHU TOGYO KK), 2. Juli 1985 (1985-07-02) Zusammenfassung; Abbildung 1 | 1,8,9 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000677

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 10133384 A | 30-01-2003 | DE 10133384 A1 | 30-01-2003 |
| | | WO 03006976 A2 | 23-01-2003 |
| | | EP 1407255 A2 | 14-04-2004 |
| US 5824271 A | 20-10-1998 | DE 4432729 C1 | 11-04-1996 |
| | | AT 168776 T | 15-08-1998 |
| | | WO 9608712 A1 | 21-03-1996 |
| | | DE 59502915 D1 | 27-08-1998 |
| | | DK 781408 T3 | 26-04-1999 |
| | | EP 0781408 A1 | 02-07-1997 |
| | | ES 2119467 T3 | 01-10-1998 |
| | | JP 10505164 T | 19-05-1998 |
| DE 4339737 C | 19-01-1995 | DE 4339737 C1 | 19-01-1995 |
| | | EP 0656538 A1 | 07-06-1995 |
| | | JP 7198647 A | 01-08-1995 |
| US 6634210 B1 | 23-10-2003 | US 2003196499 A1 | 23-10-2003 |
| WO 03046534 A | 05-06-2003 | DE 10156946 A1 | 28-05-2003 |
| | | WO 03046534 A2 | 05-06-2003 |
| JP 60123757 A | 02-07-1985 | KEINE | |